

# Bab 1 Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya angka pertumbuhan penduduk di dunia dan semakin tingginya kemajuan ilmu dalam bidang pengetahuan dan teknologi, maka kebutuhan manusia terhadap energi listrik juga semakin besar. Akibatnya, sumber daya dari PLN yang dijadikan sebagai penyedia listrik utama mulai tidak dapat memenuhi keperluan manusia yang tinggi tersebut.

Untuk mengatasi masalah ini, maka salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah mengurangi beban yang sebelumnya ditanggung penuh oleh PLN. Kita yang biasanya selalu memanfaatkan listrik dari PLN perlu mencari alternatif lain yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Energi matahari adalah salah satu sumber energi listrik yang dapat kita gunakan. Selain mudah untuk didapatkan, energi matahari juga energi yang ramah lingkungan. Teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk hal tersebut adalah *photovoltaic* (PV) atau lebih sering disebut *solar cell*. Akan tetapi, tegangan yang dihasilkan oleh PV ini adalah tegangan DC, sehingga dibutuhkan suatu komponen elektronika yang dapat mengubahnya menjadi tegangan AC. Komponen elektronika yang dapat mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC tersebut dinamakan inverter.

Selain itu, untuk dapat dihubungkan ke *grid*, *output* PV inverter berupa arus AC harus disinkronkan terlebih dahulu dengan tegangan listrik AC pada *grid*. Sinkronisasi itu sendiri merupakan suatu cara untuk menyelaraskan tegangan, frekuensi, fasa, dan sudut fasa antara dua sumber saat pengoperasian paralel. Sistem sinkronisasi untuk menyelaraskan tegangan, frekuensi, fasa dan sudut fasa ini dapat dikatakan metode sinkronisasi model lama seperti metode sinkronisasi pada generator. Namun dengan semakin berkembangnya zaman, keempat parameter sinkronisasi di atas tidak lagi menjadi suatu keharusan saat pengoperasian paralel antara dua sumber energi listrik. Kedua sistem tersebut masih bisa bekerja apabila hanya frekuensi dan fasanya yang sinkron, seperti pada sistem *grid connected inverter*. Pengoperasian paralel antara dua sumber listrik

tidak dapat dilakukan jika parameter daya listrik yang dihasilkan kedua sumber tersebut tidak sinkron karena menyebabkan terjadinya kegagalan sinkronisasi.

Supaya proses sinkronisasi ini dapat dilakukan dengan baik, maka inverter perlu dikontrol menggunakan metode-metode tertentu. Metode-metode sinkronisasi yang biasa digunakan itu adalah *Harmonic Compensator*[1] dan metode *Utility Observer*[2].

Cara kerja dari metode *harmonic compensator* adalah mendeteksi sinyal keluaran dari inverter, kemudian *harmonic compensator* akan memberikan sinyal kompensasi untuk mengubah kinerja dan output dari inverter, sehingga dapat disinkronkan dengan sinyal tegangan dari PLN. Walaupun metode ini cukup baik karena sifatnya yang memperbaiki *error* yang terdeteksi, namun metode ini cukup rumit untuk direalisasikan, oleh karena keperluan untuk mengenal sistem inverter, sistem dari *harmonic compensator* itu sendiri, serta karakteristik dan analisis superposisi antara sinyal tegangan PLN dengan sinyal yang diberikan oleh *harmonic compensator* yang bersangkutan.

Selanjutnya metode *utility observer*, yang mana metode ini melakukan estimasi terhadap kondisi sinyal tegangan PLN yang sebenarnya berdasarkan karakteristik-karakteristik sinyal tegangan yang hendak diketahui tersebut. Akan tetapi, kesulitan yang dihadapi jika metode *utility observer* ini digunakan adalah serupa dengan kesulitan yang dihadapi jika metode *harmonic compensator* digunakan, yaitu metode ini memerlukan analisis prinsip dan matematis yang relatif kompleks dalam mengaitkan antara suatu besaran tertentu yang diukur dengan besaran yang ingin diketahui dari sinyal tegangan PLN yang bersangkutan

Kemudian metode *Phase Locked Loop* (PLL) adalah suatu sistem kendali umpan balik negatif, yang secara otomatis akan menyesuaikan fasa dari suatu sinyal yang dibangkitkan di sisi keluaran dengan suatu sinyal dari luar di sisi masukannya. Dengan kata lain, PLL akan menghasilkan sinyal keluaran yang memiliki frekuensi yang sama dengan sinyal masukan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka pada penelitian ini digunakanlah metode PLL karena memiliki kelebihan dari sisi kesederhanaannya dibandingkan metode *harmonic compensator* dan *utility observer*.

Telah banyak penelitian yang dilakukan yang menggunakan metode PLL ini sebagai metode sinkronisasi. Satu di antaranya adalah pada [3]. *Paper* ini melakukan perancangan sistem berupa *grid connected hybrid cascade H-bridge single-phase inverter* supaya kebutuhan akan performansi yang tinggi terpenuhi dan metode PLL digunakan sebagai sistem kontrolnya. Kemudian pada *paper* [4], yang menganalisa pengaruh PLL terhadap sistem *grid connected inverter*.

Jika dilihat pada kedua penelitian di atas, metode PLL sebagai metode pengendali hanya diaplikasikan pada sistem sinkronisasi *grid connected inverter* yang menggunakan inverter dengan jenis topologi *full bridge inverter*. Belum ditemukan penelitian yang menggunakan jenis topologi inverter lain yang berbeda. Padahal jika dilihat di pasaran, inverter merupakan salah satu alat elektronika yang memiliki jenis bervariasi. Dilihat dari jumlah fasanya, inverter dapat dibedakan atas inverter satu fasa dan tiga fasa. Sedangkan berdasarkan topologinya, rangkaian daya inverter satu fasa ada yang disebut *half bridge inverter* dan *full bridge inverter*. Perbedaan antara *half bridge inverter* dan *full bridge inverter* ini terletak pada jumlah komponen elektronika daya yang digunakan.

Atas dasar uraian tersebut, maka akan dilakukan suatu penelitian untuk membandingkan aplikasi metode PLL jika digunakan pada inverter yang berbeda, yaitu antara *half bridge inverter* dan *full bridge inverter*, karena metode-metode pengendali tersebut akan sangat bergantung dari jenis inverter serta skema pengendalian inverter yang digunakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pengujian performansi metode *Phase Locked Loop* sebagai rangkaian kontrol pada sistem sinkronisasi ketika terjadi perubahan frekuensi dan sudut fasa?
2. Bagaimana cara penyinkronan arus *output* inverter dengan tegangan *grid* pada sistem *Grid Connected Inverter* menggunakan metode *Phase Locked Loop*?



3. Bagaimana pengaruh metode Phase Locked Loop sebagai rangkaian kontrol pada sistem sinkronisasi Grid Connected Inverter jika inverter yang digunakan memiliki topologi yang berbeda, yaitu topologi *full bridge inverter* dan *half bridge inverter*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembahasan dan proses simulasi yang dilaporkan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Untuk menguji performansi metode *Phase Locked Loop* sebagai rangkaian kontrol pada sistem sinkronisasi ketika terjadi perubahan frekuensi dan sudut fasa.
2. Untuk membandingkan pengaplikasian metode *Phase Locked Loop* ketika inverter yang digunakan pada proses sinkronisasi memiliki topologi yang berbeda, yaitu topologi *full bridge inverter* dan *half bridge inverter*.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, permasalahan yang dibahas dibatasi pada:

1. Rangkaian daya yang digunakan pada sistem sinkronisasi *grid connected inverter* adalah tipe *single stage* (satu tingkat).
2. Inverter yang diuji adalah inverter satu fasa.
3. Inverter yang dibandingkan adalah *half bridge inverter* dengan *full bridge inverter*.
4. Parameter sinkronisasi yang diuji adalah frekuensi dan sudut fasa.
5. Pengujian dilakukan dengan metode simulasi menggunakan perangkat lunak Matlab.

## **1.5 Metodologi Penelitian**

Dalam penulisan dan aktivitas pengerjaan tugas akhir ini, penulis mengadakan simulasi secara mandiri, bimbingan secara berkala dengan dosen pembimbing, studi literatur dari berbagai sumber yang relevan, serta diskusi-diskusi yang dilakukan bersama-sama dengan rekan kerja penulis.

## **1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Rencana sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan  
Bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka  
Bab ini membahas dasar teori yang terkait dengan metode PLL dan inverter.
3. Bab III Bahan dan Metode  
Bab ini membahas mengenai metodologi perancangan dan pengujian.
4. Bab IV Hasil dan Pembahasan  
Bab ini membahas hasil dari simulasi yang telah dilakukan pada perangkat sistem pengontrolan, serta juga dilakukan analisa terhadap data-data pengujian tersebut. Hal ini bertujuan untuk mengetahui performansi sistem.
5. Bab V Kesimpulan dan Saran  
Bab ini terdiri dari simpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.
6. Lampiran